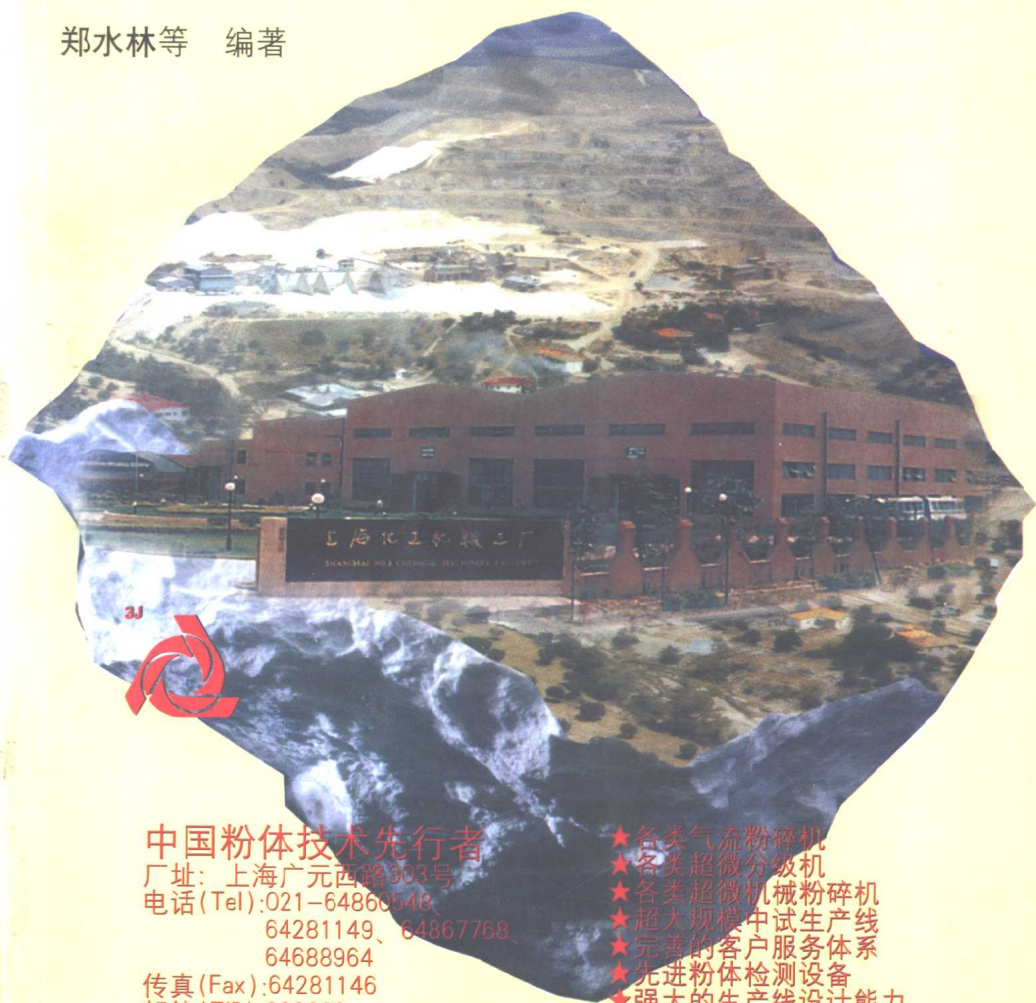


中国非金属矿工业丛书 之一

非金属矿加工技术与设备

郑水林等 编著



中国粉体技术先行者

厂址：上海广元西路303号

电话(Tel): 021-64866548、
64281149、64867768

64688964

传真(Fax): 64281146

邮编(ZIP): 200030

- ★ 各类气流粉碎机
- ★ 各类超微分级机
- ★ 各类超微机械粉碎机
- ★ 超大规模中试生产线
- ★ 完善的客户服务体系
- ★ 先进粉体检测设备
- ★ 强大的生产线设计能力

中国建材工业出版社

T097

890.1195

中国非金属矿工业丛书

非金属矿加工技术与设备

郑水林等 编著

中国建材工业出版社

(京)新登字 177 号

图书在版编目 (CIP)数据

非金属矿加工技术与设备/徐立铨等主编. —北京:中国建材工业出版社,1998

(中国非金属矿工业丛书)

ISBN 7-80090-725-2

I.非… II.徐… III.①非金属矿选矿—工艺②非金属矿选矿—选矿机械 IV.TD97

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 13220 号

* * *
非金属矿加工技术与设备

郑水林 等编著

中国建材工业出版社出版(北京海淀区三里河路1号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京英杰印刷厂印刷

*
开本:850×1168毫米 1/32 印张:16.5 字数:409千字

1998年6月第1版 1998年6月第1次印刷

印数:1—3000册 定价:48.00元

ISBN 7-80090-725-2/TB·39



《中国非金属矿工业丛书》

编辑委员会

主 编 徐立铨

执行主编 秦定惠

编 委 (按姓氏笔划为序)

万 扑 尹小东 刘昌寅

刘曙光 吴建民 李 航

郑水林 张庆伟 张 湛

周玉林 周开灿 徐立铨

秦定惠 陶维屏 袁楚雄

章少华 翟东升 戴金龙

《中国非金属矿工业丛书》

序 言

非金属矿工业是全球性、战略性、基础性的重要产业。随着世界性产业结构调整 and 科学技术的进步,以及我国经济对外扩大开放和国内市场同国际市场间的逐步接轨,中国非金属矿工业又面临着新的挑战。新的形势、新的环境迫使我们去思考、去探索,如何在适应我国国民经济可持续发展战略要求的同时,实现自身的持续发展?如何适应国内外市场需要?如何有效地全方位开发利用非金属矿产资源?如何提高矿产开发利用的资源效益、经济效益和社会效益?如何促使资源开发管理法制化、科学化……等等一系列现实问题已成为我们当前的主要任务。

基于上述考虑,同时也为了满足社会各界对非金属矿开发利用知识的渴求,中国非金属工业协会和中国建材工业经济研究会非金属矿专业委员会特组织专家编写了这套大型丛书,这是我国目前唯一的一套非金属矿开发利用、深加工系列丛书。

《丛书》共300余万字,12分册;由徐立铨任主编、秦定惠任执行主编。各分册的名称和主编分别是:一、《非金属矿的应用与开发》——陶维屏;二、《非金属矿加工技术与设备》——郑水林;三、《非金属矿物材料及制品》——彭同江;四、《非金属矿填料》——袁楚雄;五、《建筑用非金属矿》——周开灿;六、《农用非金属矿》——刘曙光;七、《药用非金属矿》——刘曙光;;八、《非金属矿产品市场与贸易》——张湛;九、《非金属矿业法规与政策》——徐立铨;十、《非金属矿业信息》——秦定惠;十一、《计算机在非金属矿业中的应用》——翟东升;十二、《非金属矿物及产品性能测试方法与标准》——周玉林。

《丛书》内容丰富、翔实,观点新颖,具有科学性、系统性、实用性。选题力求涵盖非金属矿工业各个层次和侧面,各分册之间,既相互联系,又保持各自独立。可供从事非金属矿业的有关投资、开发、生产、管理、贸易、教

学、科研等参加工作的各类人员使用参考。

参加《丛书》编写、审稿的主要有：武汉工业大学资源与环境工程系、武汉工业大学北京研究生部、西南工学院资源工程系、山东建材学院资源工程系、中国非金属矿工业总公司、中国非金属矿工业进出口公司、国家建材地质工程勘察研究院、苏州非金属矿工业设计研究院、咸阳非金属矿设计研究院、上海建设路桥机械设备有限公司、上海化工机械三厂、江苏昆山市超微粉碎机厂、北京古生代非金属矿工程设备有限责任公司等单位的专家和领导100余人。

最后，我们对给《丛书》的编写、出版和发行做出贡献，以及给予资助、关心、支持的各有关单位和各位朋友，表示衷心的感谢。

内 容 提 要

本书主要介绍了破碎磨矿、选矿提纯、超细粉碎、表面改性以及过滤干燥的矿物加工的全过程，并着重介绍了非金属矿物的加工工艺、设备及其应用。另外，从应用的角度出发，在介绍工艺设备的同时还介绍了其在非金属矿工业中的应用实例。本书既易懂、实用，又能较全面反映国内外非金属矿加工技术与设备的现状和发展趋势。

本书主要供非金属矿及加工制品企业、设备制造厂家的工程技术人员、技术管理人员和技术工人阅读，也可供从事非金属矿业的有关投资、开发、生产、管理、贸易、教学、科研等工作的各类人员使用参考。

前 言

本书是根据中国非金属矿工业协会和中国建材工业经济研究会非金属矿专业委员会 1996 年 10 月制定的《中国非金属矿工业系列丛书》编写大纲编著的。全书共六章。第一章绪论，论述了现代产业发展与非金属矿物加工技术的关系、非金属矿物加工技术的内容及其发展趋势；第二章破碎与磨矿，介绍了非金属矿物加工常用的破碎与磨矿设备、筛分与分级设备以及破碎筛分、磨矿分级工艺流程和设备选型；第三章选矿与提纯，介绍了非金属矿物常用的选矿提纯方法、原理及设备，包括拣选、洗选、重选、浮选、磁选与电选以及化学提纯和超细颗粒分选技术；第四章超细粉碎，介绍了各类超细粉碎与精细分级设备的结构、性能、特点及应用，非金属矿物超细粉碎加工中常用的助磨剂及分散剂，超细粉碎工艺流程及设备选型以及超细粉体的粒度检测；第五章表面改性，重点介绍了非金属矿物表面改性的方法、设备，常用的表面改性（处理）剂以及表面改性产品性能的检测方法；第六章固液分离与干燥，介绍了工业上常用的固液分离和干燥设备、设备选型以及固液分离和干燥技术的新发展。

本书的内容包括破碎磨矿、选矿提纯、超细粉碎、表面改性以及过滤干燥的矿物加工全过程。由于内容较多，本书着重介绍了非金属矿物的加工工艺、设备及其应用。另外，本书从应用的角度出发在介绍工艺设备的同时，还介绍了其在非金属矿工业中的应用实例。并力求使本书既易懂、实用，又能全面反映国内外非金属矿物加工技术的现状和发展趋势。

本书由武汉工业大学北京研究生部郑水林（1. 绪论；2. 破

碎与磨矿，2.1 概述，2.3 磨矿及分级；4. 超细粉碎，4.1、4.2、4.3.1、4.4、4.5、4.6；5. 表面改性）、杜玉成（3. 选矿与提纯）、李扬（6. 固液分离和干燥）、戴强（2.2 破碎与筛分）以及中国矿业大学超细粉体研究所潘业才（4.3.2 湿式精细分级机）编著。郑水林统一全稿。

本书在编写过程中得到姚书典、袁楚雄、刘昌寅、尹小冬、冯安生、徐芳等同志的帮助，除审阅了书稿外，还提出了许多宝贵意见，在此，表示衷心的感谢！

由于非金属矿加工技术是一门涉及众多工程技术领域的、与现代高技术和新材料密切相关的、跨学科的、不断发展的工程技术，内容较多，涉及面广，加之作者学识所限，因此，尽管作者作了很大努力，书中肯定还存在不足之处，诚恳希望专家学者和广大读者批评指正。

编者

徐立铨 主 编

秦定惠 执行主编

中国非金属矿工业丛书

1. 非金属矿的应用与开发
2. 非金属矿加工技术与设备
3. 非金属矿物材料及制品
4. 非金属矿填料
5. 建筑用非金属矿
6. 农用非金属矿
7. 药用非金属矿
8. 非金属矿产品市场与贸易
9. 非金属矿业法规与政策
10. 非金属矿业信息
11. 计算机在非金属矿业中
的应用
12. 非金属矿物及产品性能
测试方法与标准

目 录

1 绪论	(1)
1.1 现代产业发展与非金属矿加工技术	(1)
1.2 非金属矿物加工的目的和加工技术的主要内容	(4)
1.3 非金属矿物加工技术的发展趋势	(6)
2 破碎与磨矿	(10)
2.1 概述	(10)
2.2 破碎与筛分	(14)
2.2.1 破碎设备及应用	(14)
2.2.1.1 颚式破碎机	(14)
2.2.1.2 圆锥破碎机	(17)
2.2.1.3 辊式破碎机	(20)
2.2.1.4 冲击式破碎机和锤式破碎机	(21)
2.2.2 筛分设备及应用	(23)
2.2.2.1 格条筛	(25)
2.2.2.2 筒形筛	(25)
2.2.2.3 振动筛	(26)
2.2.2.4 概率筛	(27)
2.2.2.5 细筛	(29)
2.2.3 破碎筛分工艺流程及设备选型	(31)
2.2.3.1 破碎筛分工艺流程	(32)
2.2.3.2 破碎筛分设备的选型	(35)
2.3 磨矿及分级	(38)
2.3.1 磨矿设备及应用	(38)
2.3.1.1 球磨机	(39)

2.3.1.2	棒磨机	(46)
2.3.1.3	自磨机与砾磨机	(47)
2.3.1.4	雷蒙磨	(48)
2.3.1.5	立式磨(压辊磨)	(52)
2.3.1.6	旋磨机	(54)
2.3.1.7	离心自磨机	(55)
2.3.1.8	柱磨机	(56)
2.3.1.9	高压辊磨机	(59)
2.3.1.10	JCW 超微锤式机械冲击式粉碎机	(60)
2.3.1.11	涡轮式粉碎机	(62)
2.3.2	分级设备及应用	(63)
2.3.2.1	螺旋分级机	(64)
2.3.2.2	水力旋流器	(64)
2.3.2.3	水力分级机	(67)
2.3.2.4	风力分级机	(71)
2.3.2.5	吊悬筛	(77)
2.3.3	磨矿分级工艺流程及设备选型	(79)
2.3.3.1	作为选矿准备作业的磨矿分级流程	(80)
2.3.3.2	作为制备超细粉碎作业原料的磨矿工艺流程	(82)
2.3.3.3	直接加工细粉产品的磨矿工艺流程	(83)
	主要参考文献	(86)
3	选矿与提纯	(87)
3.1	概述	(87)
3.2	拣选和洗矿	(88)
3.2.1	拣选	(88)
3.2.1.1	人工拣选	(89)
3.2.1.2	机械拣选	(90)
3.2.2	摩擦洗矿	(91)

3.3 重力选矿	(97)
3.3.1 重选基本原理	(97)
3.3.1.1 垂直重力场中矿物粒群按粒度分层、分离 原理	(98)
3.3.1.2 斜面重力场中矿物粒群按密度分层、分离 原理	(102)
3.3.1.3 离心力场(回转流)中矿物颗粒按密度分层、分 离原理	(104)
3.3.2 重选设备及应用	(106)
3.3.2.1 跳汰机	(107)
3.3.2.2 摇床	(109)
3.3.2.3 螺旋选矿机	(110)
3.3.2.4 离心选矿机	(114)
3.3.2.5 重介质选矿机	(118)
3.3.3 影响重选指标的主要因素	(120)
3.3.3.1 矿物的密度、粒度及形状	(120)
3.3.3.2 分选介质	(121)
3.3.3.3 设备类型及操作条件	(121)
3.4 浮选	(123)
3.4.1 浮选基本原理	(123)
3.4.1.1 矿物表面的润湿性与可浮性	(123)
3.4.1.2 矿物表面电性与可浮性	(124)
3.4.1.3 矿物颗粒与气泡的接触附着	(128)
3.4.2 浮选药剂及应用	(129)
3.4.2.1 浮选剂及分类	(129)
3.4.2.2 捕收剂结构特点及应用	(131)
3.4.2.3 起泡剂结构特点及应用特性	(136)
3.4.2.4 调整剂结构特点及应用特征	(141)

3.4.3	浮选机及应用特性	(145)
3.4.3.1	机械搅拌式浮选机	(146)
3.4.3.2	充气机械搅拌式浮选机	(155)
3.4.3.3	充(压)气式浮选机	(158)
3.4.3.4	气体析出式浮选机	(160)
3.4.4	影响浮选指标的主要因素	(162)
3.4.4.1	磨矿细度	(162)
3.4.4.2	矿浆浓度	(162)
3.4.4.3	矿浆的 pH 值	(163)
3.4.4.4	药剂制度	(163)
3.4.4.5	充气和搅拌	(164)
3.4.4.6	浮选时间	(164)
3.4.4.7	水质及温度	(164)
3.5	磁选与电选	(164)
3.5.1	磁选基本原理	(164)
3.5.1.1	矿物的磁性及分类	(165)
3.5.1.2	矿物的磁化	(165)
3.5.1.3	矿物在非均匀磁场中的磁力及磁选过程	(166)
3.5.2	磁选设备及应用	(168)
3.5.2.1	弱磁场磁选机	(169)
3.5.2.2	强磁场磁选机	(176)
3.5.2.3	高梯度磁选机	(188)
3.5.3	电选的基本原理	(194)
3.5.3.1	矿物的电性	(194)
3.5.3.2	矿物的带电方式	(195)
3.5.3.3	矿物电选过程	(196)
3.5.4	电选设备及应用	(197)
3.5.4.1	$\phi 120 \times 1500$ 型双辊电选机	(197)

3.5.4.2	金刚石用单辊电选机	(199)
3.5.4.3	美国卡普科高压电选机	(200)
3.5.5	影响磁选与电选指标的主要因素	(201)
3.5.5.1	影响磁选指标的主要因素	(201)
3.5.5.2	影响电选指标的主要因素	(202)
3.6	超细颗粒的分选技术	(203)
3.6.1	疏水聚团分选	(203)
3.6.1.1	剪切絮凝浮选	(204)
3.6.1.2	载体浮选	(206)
3.6.1.3	乳化浮选	(207)
3.6.1.4	油团聚分选	(208)
3.6.1.5	两液分选	(209)
3.6.2	高分子絮凝分选	(209)
3.6.2.1	高分子絮凝剂	(210)
3.6.2.2	高分子絮凝分选的工艺及应用	(210)
3.6.3	复合聚团分选	(215)
3.6.3.1	凝聚磁种分选	(215)
3.6.3.2	疏水-磁复合聚团分选	(220)
3.6.3.3	高分子-磁复合聚团分选	(221)
3.7	化学提纯	(223)
3.7.1	矿物的酸、碱处理	(223)
3.7.1.1	矿物的酸法浸出	(224)
3.7.1.2	矿物的碱处理及盐处理	(227)
3.7.1.3	矿物酸碱提纯的影响因素	(230)
3.7.1.4	矿物浸出工艺设备	(231)
3.7.2	矿物的化学漂白	(234)
3.7.2.1	矿物化学漂白的原理及方法	(234)
3.7.2.2	高岭土的化学漂白	(237)

3.7.3	焙烧及煅烧	(242)
3.7.3.1	概述	(242)
3.7.3.2	高岭土的焙烧(煅烧)	(244)
3.7.4	焙烧(煅烧)工艺及设备	(251)
3.7.4.1	隧道窑	(252)
3.7.4.2	倒焰窑	(252)
3.7.4.3	梭式窑	(253)
3.7.4.4	回转窑	(254)
3.7.4.5	立窑	(255)
	主要参考文献	(255)
4	超细粉碎	(257)
4.1	概述	(257)
4.2	超细粉碎设备及应用	(263)
4.2.1	气流磨	(263)
4.2.1.1	圆盘式气流粉碎机	(263)
4.2.1.2	循环管式气流磨	(268)
4.2.1.3	对喷式气流磨	(272)
4.2.1.4	流化床式逆向喷射气流磨	(275)
4.2.1.5	靶式气流粉碎机	(280)
4.2.2	高速机械冲击式超细粉磨机	(282)
4.2.3	介质搅拌磨	(289)
4.2.3.1	概述	(289)
4.2.3.2	湿式搅拌磨	(291)
4.2.3.3	干式搅拌磨	(300)
4.2.3.4	双锥式环隙搅拌磨	(304)
4.2.3.5	剥片机	(305)
4.2.4	振动磨	(306)
4.2.5	胶体磨	(315)

4.2.6	高压射流式粉碎机	(319)
4.3	超细粉体分级设备	(321)
4.3.1	干式微细分级机	(322)
4.3.1.1	MS型微细分级机	(322)
4.3.1.2	MSS型超微细分级机	(325)
4.3.1.3	ATP超微细分级机	(327)
4.3.1.4	SAC300UHS微细分级机	(330)
4.3.1.5	ALS300—射流超细分级机	(330)
4.3.2	湿式精细分级机	(332)
4.3.2.1	螺旋式离心分级机	(332)
4.3.2.2	小直径水力旋流器	(336)
4.3.2.3	离旋器(水封式旋流器)	(339)
4.3.2.4	超细水力分级机	(341)
4.4	助磨剂及分散剂	(343)
4.5	超细粉碎工艺流程及设备选择	(348)
4.6	超细粉体的粒度检测	(352)
	主要参考文献	(356)
5	表面改性	(358)
5.1	概述	(358)
5.1.1	矿物表面改性的目的	(358)
5.1.2	矿物表面改性技术的研究内容	(360)
5.1.3	矿物表面改性技术的发展趋势	(361)
5.2	表面改性的方法与设备	(363)
5.2.1	表面改性的方法	(363)
5.2.1.1	表面涂敷	(363)
5.2.1.2	表面化学包覆	(365)
5.2.1.3	沉淀反应包膜	(368)
5.2.1.4	胶囊化处理	(369)